บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ความรู้ทางด้านแสงในปัจจุบันมีความสำคัญต่อการประดิษฐ์และพัฒนาเทคโนโลยีในด้านต่างๆจากอดีตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อาทิ การสื่อสารโทรคมนาคมโดยใช้แสง การผ่าตัด การรักษาโรคโดยเทคโนโลยีแสงเลเซอร์ การบันทึกข้อมูลโดยใช้สัญญาณแสง (Optical Signal) ลงบนแผ่นดิสก์เชิงแสง (Optical Diskette) อุตสาหกรรมการตัดเหล็กกล้า ระบบการรักษาความปลอดภัย เป็นต้น การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านแสงดังกล่าวต้องใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์เชิงแสง คือ การสะท้อน (Reflection) การหักเห (Refraction) การเลี้ยวเบน (Diffraction) และการแทรกสอด (Interference) เป็นพื้นฐานสำคัญ แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันในช่วงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า วิธีการวัดความยาวของคลื่นแสงนั้นส่วนใหญ่จะใช้วิธีการวัดสเปกตรัมแสง ซึ่งการวัดสเปกตรัมแสงจะแสดงถึงการวัดความเข้มแสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆความยาวคลื่นแสงจะถูกแยกออกด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การหักเหด้วยปริซึมและการเลี้ยวเบนด้วยเกรตติง (Diffraction Grating) เป็นต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่องานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การศึกษาปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงเชิงกายภาพที่เป็นการศึกษาคุณสมบัติของแสงโดยใช้ความเป็นคลื่นของแส งในการอธิบาย โดยปรากฏการณ์ การแทรกสอดของคลื่นแสง (Interference of light) เป็นการรวมกันของคลื่นแสงหลายขบวน โดยผลลัพธ์ของการรวมคลื่ นแสงจะหาได้จากการรวมกันแบบพีชคณิตโดยตรง ซึ่งการรวมคลื่นแสงมีทั้งการรวมแบบเสริมกันและแบบหักล้างกัน ตรงบริเวณที่คลื่นแสงเกิ ดการรวมกันแบบเสริมกันจะเกิด แถบสว่างส่วนบริเวณใดที่คลื่นแสงเกิดการรวมกันแบบหักล้างจะเกิดแถบมืด และสำหรับปรากฏการณ์ การเลี้ยวเบนของ คลื่นแสงสามารถ เกิดขึ้น ได้ เมื่อคลื่นจากแหล่งกำเนิด แสงเดินทางไปพบ ขอบสิ่งกีดขวางหรือช่อง เปิดขนาดเล็กๆ (Slit) ทำให้คลื่นเคลื่อนที่เลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางได้ พฤติกรรมการเลี้ยวเบนของแสงนี้สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักของฮอยเกนส์ (Huygens' principle) ซึ่งกล่าวไว้ว่า "ทุกๆจุดบนหน้าคลื่น ระนาบหนึ่งสามารถให้ จุดกำเนิดคลื่นใหม่ที่ให้ คลื่นความยาวคลื่นและเฟสเดียวกั น" [1] ดังนั้น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ พบขอบของ สิ่งกีดขวาง จะเลี้ยวเบนผ่านขอบ ไปได้โดยทิศของคลื่นจะเคลื่อนที่โค้งเรียก

คุณสมบัติของแสงนี้ว่า การเลี้ยวเบน (Diffraction) โดยการเลี้ยวเบนของแสง ในวิชาทัศนศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบตามวิธีการเกิดและลักษณะของภาพที่ปรากฏ ได้แก่ การเลี้ยวเบนแสงแบบเฟราน์โฮเฟอร์ (Fraunhofer diffraction) โดยเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่เป็นลำแสงขนานเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางหรือช่องเปิดขนาดเล็กซึ่งจะเกิดภาพ ที่ระยะไกล (Far filed pattern) ส่งผลให้ลักษณะของภาพการเลี้ยวเบนจะขยายกว้าง สังเกตได้ง่ายกว่า การเลี้ยวเบน อีกแบบหนึ่งมาก คือ การเลี้ยวเบนแสงแบบเฟร สเนล (Fresnel diffraction) เกิดจาก ลำแสงบานออก แหล่งกำเนิดประเภทนี้เป็นจุด (Point source) ซึ่งภาพจะเกิดขึ้นที่ระย ะใกล้ช่องเปิด (Near field pattern) ลักษณะของภาพการเลี้ยวเบนจะแคบสังเกตได้ยากกว่า

กระบวนการเรียนรู้ปรากฏการณ์ การ แทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะเน้นแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นลำแสงขนานเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางหรือช่องเปิดขนาดเล็กซึ่งจะเกิดภาพที่ระยะไกล (Far filed pattern) เนื่องจากสังเกตและเรียนรู้ตามทฤษฎีได้ง่าย แต่ถึงอย่างไรก็ยังถือว่า เป็นสิ่งที่ ยากในการ สร้างความ เข้าใจในการเรียนรู้ของนักเรียนในห้องเรียน เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ สำหรับ นักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอ นปลาย ในปัจจุบันยังมุ่งเน้นการศึกษาการเรียนรู้ภาคทฤษฎีมากกว่าปฏิบัติ ที่เป็นผลจาก ข้อจำกัดทางด้านเวลาทั้งครูผู้สอนและตัวนักเรียนเอง รวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในการทดลองปฏิบัติก็มีราคาแพงและไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียนด้วย จึงถือเป็นอุปสรรคสำคัญในการประสบผลสำเร็จ ในการเรียนรู้ของนักเรียนที่สมบูรณ์ หากนักเรียนได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้ในเชิงเนื้อหาทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติทดลองที่ถือเป็นหัว ใจหลักในการเรียนฟิสิกส์ จะสามารถส่งผลให้นักเรียนมีศักยภาพที่สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้ด้วย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสา ะหาความรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากกลุ่ม มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มี 5 ขั้นตอนคือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นสำรวจและค้ นหา (Explore) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explian) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นประเมิน (Evaluate) [2]

บางครั้งถึงแม้กระบวนการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงจะมีการจัดการเรียนรู้เชิงเนื้อหาทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติ ที่ ให้แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสง เคลื่อนที่ ผ่าน สิ่งกีดขวางหรือ ช่อง สลิทแล้วเกิด แถบ มืดสว่างบนฉาก แต่วิธีการ

ดังกล่าวก็มีข้อจำกัดที่ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาเรียนรู้แค่รูปแบบปรากฏการณ์ของการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงเ พียงเท่านั้น ทว่าไม่สามารถอธิบายล งลึกถึงปัจจัย หรือพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของแสงรวมทั้ง รูปแบบการกระจายความเข้มแสง สำหรับปรากฏการณ์การแทรกสอดและ การเลี้ยวเบน ของแสง ได้เนื่องจากข้อจำกั ดของเครื่องมือ และสลิทที่ขาย เชิงพาณิชย์ก็พบว่าค่าความกว้างของ ช่องสลิทและระยะห่างระหว่างสลิท ที่ซื้อมานั้นจะ กำหนด ไว้แล้วผู้ทดลองไม่สามารถเปลี่ยนแปลง ค่าความกว้างของ ช่อง สลิท และระยะห่างระหว่างสลิท ที่ต้องการได้ อย่างหลากหลาย นอกเหนือจากนี้สำหรับสลิทคู่ที่ขาย เชิงพาณิชย์ ส่วนใหญ่ความกว้างของสลิท คู่จะมีค่าความกว้างที่เท่ากันหมดทั้งสองช่องด้วยเช่นเดียวกัน

เคยมีคำถามและข้อสงสัยจากนักเรียนว่าถ้าความกว้างของช่ องสลิทคู่ทั้งสองช่องไม่เท่ากัน จะได้รูปแบบปรากฏการณ์ การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน เหมือนแบบเดิมที่เคย เรียนมาหรือไม่ การสร้างสลิทขึ้นมาเองด้วยรูปแบบขนาดความกว้างที่หลากหลายจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ไม่จำกัดการเรียนรู้ของนักเรียนในห้องเรียน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยการสร้างเครื่องมืออุปกรณ์การทดลองและสลิทด้วยตนเองได้ด้วย ทั้งนี้การได้ปฏิบัติการทดลองควบคู่กับการสอนแบบบรรย ายเชิงทฤษฎีของผู้สอนยังช่วยแก้ปัญหาความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Slogoff และคณะ [3] ได้สร้างสลิทจากการฉายแสงผ่านลวดลายเพื่อศึกษารูปแบบปรากฏการณ์เลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงในห้องปฏิบัติการระดับมหาวิทยาลัยเพื่อ ยืนยันให้นักเรียนเข้าใจว่าแสงเป็นคลื่นเกิดการแทรกสอดและเลี้ยวเบนได้และงานวิจัยของ Etkinal และคณะ [4] ได้ทำการทดลองสอนเรื่องแสงอย่างง่ายผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยการยกตัวอย่างปรากฏการณ์หักเหและสะท้อนของแสงผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่านักเรียนมีความ รู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องแสงมากขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบทดลองการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสงเพื่อใช้ในการสอนโดยการทดลองผ่านกระบวนการสอนแบบสืบเสาะให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายที่ สามารถสร้างขึ้นเอง สะดวกต่อการจัดสร้างในห้องเรียนและราคาถูก โดยทดลองให้แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ผ่านสลิทเดี่ยวและสลิทคู่ความกว้างของช่องเท่ากันและความกว้างของช่องไม่เท่ากัน ที่สร้างขึ้นเองจากฟิล์มกราฟิกด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3 ไปตกบนฉากรับภาพที่อยู่ไกลเกิดแถบมืด สว่าง ถ่ายภ าพแถบมืด สว่างด้วยกล้องดิจิทัลมือถือ แล้ววิเคราะห์

หลักการและความสัมพันธ์ ของการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงผ่านโปรแกรม Image J ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย นอกเหนือจากนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีดังกล่าว น่าจะทำให้ผู้เรียน ได้ใช้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาแล ะทักษะการออกแบบการทดลอง พร้อมทั้งแก้ไขความรู้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนระหว่างปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วย

1. 2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาและ ออกแบบชุดทดลอง การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน ของแสงแบบเฟรานโฮเฟอร์ เพื่อหาตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ที่เหมาะสม

1.2.2 ศึกษาออกแบบและสร้างสลิทที่ควบคุมขนาดได้ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3

1.2.3 วิเคราะห์ความกว้างของช่องสลิท โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงแสงด้วยโปรแก รม Motic Image Plus Version 2.0 และทดลองหาค่าความกว้างของช่องสลิทด้วยวิธีการ แทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรานโฮเฟอร์

1.2.4 บันทึกภาพการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนแปลงเป็นรูปแบบการกระจายความเข้มแสงเทียบกับตำแหน่งของ การแทรกสอดและ การเลี้ยวเบนแ สงแบบเฟรานโฮเฟอร์ ด้วยโปรแกรม Image J

1.2.5 ศึกษาความสัมพันธ์ อัตราส่วน จำนวนแถบสว่างของการแทรกสอดภายใน (N) ต่อจำนวนแถบมืดของการเลี้ยวเบนภายนอก (M) เทียบกับอัตราส่วนระยะห่างระหว่างสลิท (d) ต่อความกว้างของช่องสลิท (a)

1.2.6 ออกแบบ สร้างชุดทดลองและสร้างชุดบทเรียนการทดลอง การแทรกสอดและเลี้ยวเบน ของแสง เพื่อใช้ ในการสอน โดยการทดลองผ่านกระบวนการสอนแบบสืบเสาะให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาและออกแบบชุดทดลองการแทรกสอดและ การเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรานโฮเฟอร์ เพื่อหาตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ที่เหมาะสม

1.3.2 ศึกษาออกแบบและสร้างสลิทเดี่ยว สลิทคู่ที่ความกว้างของช่องเท่ากันและสลิทคู่ที่ความกว้างของช่องไม่เท่ากันด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3

1.3.3 พิมพ์สลิทเดี่ยว สลิทคู่ที่ความกว้างของช่องเท่ากันและสลิทคู่ที่ความกว้างของช่องไม่เท่ากันที่ได้จากการออกแบบด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3 ลงบนแผ่นฟิล์มกราฟิก

1.3.4 วิเคราะห์ความกว้างของช่องสลิทโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงแสงด้วยโปรแก รม Motic Image Plus Version 2.0 และทดลองหาค่าความกว้างของช่องสลิทด้วยวิธีการเลี้ยวเบนและแทรกสอดของแสงแบบเฟรานโฮเฟอร์

1.3.5 บันทึกภาพการแทรกสอดและการเลี้ยวเบน แปลงเป็นรูปแบบการกระจายความเข้มแสงเทียบกับตำแหน่งของ การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนแสง แบบเฟรานโฮเฟอร์ ด้วยโปรแกรม Image J

1.3.6 ทดลองเพื่อศึกษาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของการเลี้ยวเบนแสงแบบ เฟรานโฮเฟอร์ ได้แก่ ความยาวคลื่นแสง ขนาดช่องสลิท ระยะห่างระหว่างช่องสลิ ทคู่ ระยะห่างจากสลิทถึงฉาก โดยวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนแสงที่ปรากฏบนฉากเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายความเข้มแสงเทียบกับตำแหน่งด้วยโปรแกรม Image J

1.3.7 ศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวน แถบสว่างของการแทรกสอดภายใน (N) ต่อจำนวนแถบมืดของการเลี้ยวเบนภายนอก (M)ด้วยภาพถ่ายการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนแสงที่ปรากฏบนฉากและรูปแบบการกระจายความเข้มแสงเทียบกับ อัตราส่วนระยะห่างระหว่างสลิท (d) ต่อความกว้างของช่องสลิท (a)

1.3.8 ออกแบบสร้างชุดทดลองและสร้างชุดบทเรียนการทดลอง การแทรกสอดและเลี้ยวเบน ของแสง เพื่อใช้ในก ารสอนโดยการทดลองผ่านกระบวนการสอนแบบสืบเสาะให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชุดทดลองการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแบบเฟรานโฮเฟอร์ ที่รู้ตำแหน่งในการจัดวางอุปกรณ์เพื่อให้เกิดรูปแบบ การแทรกสอดและ การเลี้ยวเบนที่เหมาะสมปรากฏบนฉากรับภาพที่สามารถแสดงรูปแบบการกระจายความเข้มแสงเทียบกับตำแหน่งโดยใช้โปรแกรม Image J

1.4.2 ได้สลิทจากแผ่นฟิล์มกราฟิกที่ออกแบบและควบคุมขนาดได้ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS3

1.4.3 ได้ชุดบทเรียน การสอน การแทรกสอดและ การเลี้ยวเบนแสงแบบ เฟรานโฮเฟอร์ โดยการทดลองผ่านกระบวนการสอนแบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย